

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**EFFECTO DE TRES MODALIDADES DE SIEMBRA EN EL  
RENDIMIENTO DE GRANO SECO DE ARVEJA (*Pisum  
sativum* L.) EN CAJAMARCA.**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por el Bachiller:

**MARCOS WILSON ARCE VALDEZ**

Asesor:

**Ing. Mg. Sc. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

Secretaría Académica



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, al primer día del mes de agosto del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 060-2023-FCA-UNC, de fecha 16 de enero del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "EFECTO DE TRES MODALIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE GRANO SECO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CAJAMARCA", realizada por el Bachiller **MARCOS WILSON ARCE VALDEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las trece horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Wilfredo Poma Rojas  
PRESIDENTE

Ing. José Lizandro Silva Mego  
SECRETARIO

  
Ing. Urias Mostacero Plasencia  
VOCAL  
Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente, a mis padres Pedro Arce Huaccha y Bertha Valdez Pando, a mis hermanos Edgar y Derly, así como también a una persona muy especial que hoy me cuida y guía desde el Cielo; Elso Santiago Valdez Azañero, personas que me enseñaron el valor de la vida y me formaron como un buen ser humano, también va dedicado a mis amigos y demás familiares, que me acompañaron durante todo este proceso.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mis padres por darme la vida, a mi Alma Mater la Universidad Nacional de Cajamarca por acogerme en sus aulas, a mis amigos y familiares por el apoyo durante la conducción del experimento, al Ing. Mg. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas por asesorarme y encaminarme a concluir satisfactoriamente este trabajo, para optar al título de ing. Agrónomo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	i
Abstrac .....	ii
CAPÍTULO I .....	1
Introducción .....	1
1.1. Objetivo De La Investigación .....	2
CAPÍTULO II.....	3
Revisión bibliográfica.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación .....	3
2.2. Bases teóricas .....	5
2.2.1. Origen .....	5
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	5
2.2.3. Descripción botánica.....	5
2.2.4. Fenología.....	7
2.2.5. Condiciones edafoclimáticas. ....	9
2.2.6. Distribución geográfica.....	10
2.2.7. Principales plagas y enfermedades. ....	10
2.2.8. Modalidades de siembra .....	11
2.3. Definición de términos básicos .....	13
Marco metodológico .....	14
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación .....	14
3.2. Antecedentes del campo experimental.....	14
3.3. Condiciones edáficas.....	14
3.4. Materiales E insumos: se emplearon los siguientes. ....	15
3.5. Metodología. ....	15
3.5.1. Factores, tratamientos y variables en estudio .....	15
3.5.2. Descripción del campo experimental.....	15
3.6. Conducción del experimento.....	17
3.7. Toma de datos. ....	19
CAPÍTULO IV.....	20
Resultados y discusiones.....	20
4.1. Rendimiento de arveja en grano seco (t ha <sup>-1</sup> ).....	20
4.2. Peso de 100 granos secos.....	23
4.3. Número de granos por vaina .....	25
4.4. Número de vainas llenas por planta .....	27
4.5. Número de vainas vanas por planta .....	28
4.6. Altura de planta.....	31
4.7. Longitud de vaina. ....	32
4.8. Materia seca. ....	34

CAPÍTULO V .....	36
Conclusiones y recomendaciones .....	36
5.1. Conclusiones .....	36
5.2. Recomendaciones .....	36
CAPÍTULO VI.....	37
Referencias bibliográficas.....	37
CAPÍTULO VII .....	42
Apéndice .....	42
Anexos .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Análisis de Suelo del Campo Experimental en Estudio.</i> .....	14
<b>Tabla 2</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento en grano seco (<math>t\ ha^{-1}</math>) de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	20
<b>Tabla 3</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el rendimiento en grano seco (<math>t\ ha^{-1}</math>) de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	21
<b>Tabla 4</b> <i>Efecto de los tratamientos en el rendimiento de arveja cultivar azul en comparación al testigo.</i> .....	22
<b>Tabla 5</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) del peso de 100 granos secos de Arveja Cultivar Azul.</i> 23	
<b>Tabla 6</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad del peso de 100 granos secos de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	23
<b>Tabla 7</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) del número de granos por vaina de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	25
<b>Tabla 8</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el número de granos por vaina de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	25
<b>Tabla 9</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) del número de vainas llenas por planta de Arveja Cultivar Azul</i> .....	27
<b>Tabla 10</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el número de vainas llenas por planta de Arveja Cultivar Azul</i> .....	27
<b>Tabla 11</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) del número de vainas vanas por planta de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	29
<b>Tabla 12</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el número de vainas vanas por planta de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	30
<b>Tabla 13</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) de la altura de planta de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	31
<b>Tabla 14</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la Altura de planta de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	31
<b>Tabla 15</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) de longitud de vaina de Arveja Cultivar Azul.</i> .....	33
<b>Tabla 16</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad de longitud de vaina de Arveja cultivar Azul.</i> .....	33
<b>Tabla 17</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) de materia seca de planta de Arveja Cultivar Azul.</i> ..	34
<b>Tabla 18</b> <i>Prueba de Tukey al 5% de probabilidad de materia seca de Arveja Cultivar Azul.</i> ...	35
<b>Tabla 19</b> <i>Datos obtenidos de rendimiento en grano seco <math>t\ ha^{-1}</math>.</i> .....	42
<b>Tabla 20</b> <i>Datos obtenidos número de peso de 100 granos secos (g).</i> .....	42
<b>Tabla 21</b> <i>Datos obtenidos número de granos por vaina.</i> .....	42
<b>Tabla 22</b> <i>Datos obtenidos de número de vainas llenas.</i> .....	42
<b>Tabla 23</b> <i>Datos obtenidos de número de vainas vanas.</i> .....	43
<b>Tabla 24</b> <i>Datos obtenidos de altura de planta (m)</i> .....	43
<b>Tabla 25</b> <i>Datos obtenidos de longitud de vainas</i> .....	43
<b>Tabla 26</b> <i>Datos obtenidos de Materia Seca</i> .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Croquis del campo experimental</i> .....	16
<b>Figura 2</b> <i>Rendimiento de grano seco (<math>t\ ha^{-1}</math>)</i> .....	22
<b>Figura 3</b> <i>Peso de 100 granos (g)</i> .....	24
<b>Figura 4</b> <i>Número de granos por vaina</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Número de vainas llenas por planta</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Número de vainas vanas por planta</i> .....	30
<b>Figura 7</b> <i>Altura de planta</i> .....	32
<b>Figura 8</b> <i>Longitud de vaina</i> .....	34
<b>Figura 9</b> <i>Peso de materia seca por planta(g)</i> .....	35
<b>Figura 10</b> <i>Resultados del análisis de suelos del campo experimental</i> .....	44
<b>Figura 11</b> <i>Obtención de muestras para análisis de suelo</i> .....	45
<b>Figura 12</b> <i>Preparación del terreno</i> .....	45
<b>Figura 13</b> <i>Trazo de líneas para la siembra</i> .....	46
<b>Figura 14</b> <i>Fertilización del campo experimental</i> .....	46
<b>Figura 15</b> <i>Siembra del cultivo</i> .....	47
<b>Figura 16</b> <i>Manejo agronómico del cultivo</i> .....	47
<b>Figura 17</b> <i>Formación y llenado de vainas</i> .....	48
<b>Figura 18</b> <i>Grano seco de arveja cultivar azul</i> .....	48



## RESUMEN

La investigación se desarrolló en el centro de investigación agrario “La Victoria” de la Universidad Nacional de Cajamarca, teniendo como objetivo evaluar el efecto de tres modalidades de siembra en el rendimiento de arveja de grano seco (*Pisum sativum* L.), se usó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones y cuatro tratamientos, los datos se registraron de los surcos centrales evaluando 10 plantas al azar, las modalidades en estudio son: 1) Siembra en línea a golpes cada 20 cm, 2) siembra en línea a golpes cada 30 cm, 3) siembra a chorro continuo y el testigo siembra al voleo. Las variables evaluadas para estimar el rendimiento de grano seco en toneladas por hectárea fueron; peso de 100 granos, número de granos por vainas, número de vainas llenas y vanas, altura de planta, longitud de vaina. Los mejores resultados se obtuvieron de la modalidad de siembra en línea a 20 cm entre golpes con 1.54 t ha<sup>-1</sup> y la siembra en línea a 30 cm entre golpes con 1.44 t ha<sup>-1</sup> superando en 55% y 45% respectivamente al testigo (siembra al voleo) con 0.99 t ha<sup>-1</sup>. Entonces se concluye que, la modalidad de siembra en línea a 20 cm entre golpes es la más destacada y se sitúa como la mejor, con un rendimiento promedio de 1.543 t ha<sup>-1</sup> de grano seco de arveja cultivar azul.

**Palabras clave:** Arveja, leguminosa, modalidad, efecto, rendimiento.

## ABSTRAC

The research was carried out at the "La Victoria" agricultural research center of the National University of Cajamarca, with the objective of evaluating the effect of three sowing modalities on the yield of dry grain peas (*Pisum sativum* L.), using the Completely Random Block Design (DBCA) with three repetitions and four treatments, the data was recorded from the central rows evaluating 10 plants at random, the modalities under study are: 1) Sowing in a row with blows every 20 cm, 2) planting in line with blows every 30 cm, 3) sows with a continuous jet and the control sows by broadcast. The variables evaluated to estimate the dry grain yield in tons per hectare were; weight of 100 grains, number of grains per pods, number of full and empty pods, plant height, pod length. The best results were obtained from the modality of sowing in line at 20 cm between blows with 1.54 t ha<sup>-1</sup> and sowing in line at 30 cm between blows with 1.44 t ha<sup>-1</sup>, surpassing the control by 55% and 45% respectively (broadcast) with 0.99 t ha<sup>-1</sup>. Then it is concluded that the modality of sowing in line at 20 cm between blows is the most outstanding and ranks as the best, with an average yield of 1,543 t ha<sup>-1</sup> of dry grain of cultivar blue peas.

**Keywords:** Pea, modality, effect, performance.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La imperiosa necesidad de elevar la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) data de hace ya un tiempo considerable por los diferentes problemas que se suscitan durante el manejo agronómico. La arveja es la leguminosa de grano más significativa en nuestro país, puesto que sus granos poseen de 22 a 26% de proteína de excelente calidad, carbohidratos, vitaminas y minerales (Ca, P y K), pero es incompleta en aminoácidos azufrados (Camarena, 2003, como se citó en Rondinel, 2013). La arveja es un cultivo andino distribuido en los países sudamericanos, que ha tomado gran importancia en los mercados nacionales e internacionales.

En el Perú la arveja se cultiva en la costa y sierra, siendo Cajamarca la región de mayor área sembrada con 11 143 ha y respecto de la superficie destinada para cosecha de grano seco ocupa el segundo lugar con 716 ha y un rendimiento promedio de 763 kg ha<sup>-1</sup> (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2021). Estas estadísticas, reflejan que es posible incrementar la producción de arveja, implementando tecnologías como; modalidades de siembra, sistema de siembra, densidad de siembra, fertilización y control fitosanitario.

Actualmente en Cajamarca la producción de arveja se realiza en forma tradicional, con una explotación predominante de tipo familiar (en pequeñas parcelas, con labores tradicionales y sin un cuidado óptimo) pese a que este cultivo posee un gran contenido nutricional. Por lo que, presenta bajos rendimientos y no genera mayores ingresos económicos. Así mismo, el éxito de un cultivo agrícola es la obtención de un buen rendimiento, mejorando la alimentación y los ingresos económicos de las familias. Pero las condiciones cambiantes del ambiente y la generación de nuevos cultivares de arveja, precisan adoptar nuevas tecnologías de producción que incrementen el rendimiento del cultivo.

Lo anteriormente descrito permiten establecer modalidades de siembra alternativas para el cultivo de arveja (distanciamiento entre golpes y a chorro continuo), teniendo así una densidad de siembra adecuada, que nos permita incrementar el rendimiento del cultivo, además de facilitar la capacidad productiva del suelo, mejor manejo de las labores culturales y reducir los costos de producción.

### **1.1. Objetivo de la investigación**

Evaluar el efecto de tres modalidades de siembra en el rendimiento de arveja de grano seco (*Pisum sativum* L.) en Cajamarca.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Escalante (2018) en el valle de Cajamarca evaluó la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) mediante el sistema de siembra y abono; el cual consistía en sembrar durante el periodo setiembre del 2015 – febrero del 2016. Se instaló bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 9 métodos y 3 repeticiones. Destacando las modalidades de siembra línea a chorro continuo 1085 kg ha<sup>-1</sup> y siembra en línea a golpes 1058 kg ha<sup>-1</sup>, superando significativamente a la modalidad de siembra al voleo que obtuvo 415 kg ha<sup>-1</sup>.

Barzola y Hermitanio (2018) realizaron un estudio para evaluar el rendimiento de variedades de grano fresco de arveja (*Pisum sativum* L.), en el Distrito de Paucartambo – Pasco. En su experimento utilizaron seis variedades comerciales de arveja con 24 unidades experimentales y un total de 960 plantas, de las cuales para su evaluación tomaron seis plantas por parcela haciendo un total de 144 plantas muestras por experimento. El diseño empleado fue de bloques completos al azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los autores concluyeron que: Bajo las condiciones agroclimáticas del distrito de Paucartambo, la variedad comercial de arveja Utrillo destacó con un rendimiento promedio de vainas frescas con 10 310 kg ha<sup>-1</sup>. Mientras que las variedades comerciales de arveja quantum híbrido y alderman, tuvieron buenos rendimientos en vaina fresca con promedios de 8 900, 8 280 y 7 340 kg ha<sup>-1</sup>.

Rondinel (2014) realizó un estudio para evaluar la productividad en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres estilos de siembra bajo el método de agricultura de preservación. Dicho experimento se realizó bajo el Diseño de Parcelas Divididas (DPD) con nueve tratamientos y tres repeticiones; quién obtuvo rendimiento de vainas verde en diversas variedades

de arveja y formas de siembra, evidenciando alta superioridad la variedad Usui en la modalidad de siembra a 0.3 m entre golpes con un rendimiento de 10809 kg ha<sup>-1</sup> de vaina en verde prevaleciendo a las variedades Remate y Rondo que alcanzan valores de 8902.4 y 6809.5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, entre estos últimos no existe diferencia estadística significativa. Esta misma tendencia ocurre en la forma de siembra a 0.20 m entre golpes y a chorro continuo. La variedad Rondo es el espécimen con menor beneficio en vaina verde.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2004) realizó un estudio en la ciudad de Huancayo, para evaluar la productividad en grano seco de arveja variedad azul en tres sistemas de siembra. Para las modalidades a chorro continuo y línea continua a golpes se sembraron a distancia de 0.60 m entre surcos, en el cultivo en línea continua a golpes teniendo en cuenta golpes cada 0.20 m y con tres semillas en cada uno; además se incluyeron espalderas a base de postes de eucalipto de 2 m sujetos con rafias cada 0.30 m. Dicho cultivo se realizó bajo el Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) con 3 tratamientos y tres repeticiones. Donde lograron rendimientos en grano seco que variaron de 1200 kg ha<sup>-1</sup> a 2100 kg ha<sup>-1</sup>.

INIA citado por Rodríguez (2015) reporta que las modalidades de siembra a chorro continuo y siembras en línea continua a golpes, más el apoyo de espalderas en el cultivo de arveja, favorecen incrementar significativamente el rendimiento por hectárea y una mejor calidad de frutos. El mayor rendimiento se debe a que estas técnicas permiten aprovechar mejor el espacio aéreo, disponiendo de mayor área de terreno para cultivar una mayor cantidad. La mejor calidad de frutos se deba a la mayor iluminación que recibe el cultivo en este sistema de conducción, lo cual favorece a un mejor llenado de las vainas; además, la posición vertical de las plantas contribuye a un control más eficiente de las plagas, enfermedades y daños de aves.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Origen**

Mateo y Veliz citado por Cutti (2013) coinciden en afirmar que la arveja es originaria de Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo, afirman también que, es un género típico del antiguo continente. Por su parte Cubero (como se citó en Rondinel, 2014) determina que el centro de nacimiento de la arveja se ubica en oriente mediterráneo, debido a que solo en esta zona se evidencia la especie silvestre, de la cual se obtuvo la cultivada. Mediante muestras arqueológicas que datan desde hace diez mil años, se logró evidenciar la domesticación de esta semilla por las poblaciones que ocuparon el territorio en esas épocas. Los focos de variación en los microcentros del sur de Turquía cotejaron la variabilidad con aquellas que provenían de Mesoamérica. Es así que, Perú viene representando un foco de diversificación importante.

Rondinel (2014) refiere que en Perú existen diversas áreas que permiten la siembra de arveja, las cuales se ubican principalmente entre los 1 600 a 3 000 msnm, en la parte de la sierra del país. En el norte se siembra principalmente en las regiones de Cajamarca, La Libertad y Ancash. En las regiones centrales; Huancayo, Huánuco, Huancavelica y Ayacucho.

### **2.2.2. Clasificación taxonómica**

La arveja conocida también como; guisante, chicharro, es una dicotiledónea de la familia leguminosae, género *Pisum*, especie *Pisum sativum* L. (Casseres, como se citó en Cutti, 2013).

### **2.2.3. Descripción Botánica.**

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa autógama. Su número básico de cromosomas es  $n = 7$  siendo su forma diploide  $2n = 14$  (Flores 2009).

Cancino (2015) manifiesta que la arveja es una variedad anual, presenta una raíz pivotante que permite el crecimiento de otras raíces laterales o secundarias, estas a su vez se recubren de finas raíces terciarias, generando el alcance de un arraigamiento medio en el perfil del suelo. En los filamentos radicales se instauran los rizobios que permiten la formación de los peculiares nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico.

Los tallos son largos, delgados y huecos por dentro; según el tamaño de estos, se determina la siguiente clasificación para la semilla de arveja: diversidades bajas que llegan hasta 45 centímetros; diversidades de medio enrame, que se desarrollan postradas y verticales cuando cuentan con soportes llegan hasta 70 centímetros de alto, la diversidad de enrame puede llegar hasta 2 metros, pero precisan de tutores (Huamanchay, 2013).

Las hojas son compuestas y paripinnadas, en estas yacen folíolos elípticos con márgenes enteros. En el peciolo se van insertando las estipulas foliáceas que tienden a hacer de igual o mayor tamaño que los folíolos, dichas hojas culminan con zarcillos simples o ramificados (Casa, 2014).

Camarena (2003) alude que la arveja presenta inflorescencias axilares que constituyen de una o más flores, que van surgiendo de manera escalonada y son de distintos colores, varían entre blancos, violáceos y otros, siendo el blanco el color predominante, las diversidades tempranas tienden a ser enanas y florecen en nudos inferiores. La zona en la cual surge la primera flor, sirve como guía, para determinar si la variedad es precoz o tardía. Las diversidades precoces generan las primeras inflorescencias entre el nudo 8 y 10 del tallo, las semitardías provocan inflorescencia en el nudo 10 y 13, y las tardías o de ciclo largo después del nudo 13 (Casa, 2014).



Las vainas son de forma y color variable, según las diversidades. Conservan de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 12 semillas. Las semillas tienden a ser globulosas, cúbicas, lisas o rugosas, logrando contener cada vaina entre 4 y 12 semillas (Suquillo, 2019).

#### **2.2.4. Fenología.**

**2.2.4.1. Pregerminación:** La semilla comienza a embeber agua a través de la testa y micrópilo, acrecentando paulatinamente de tamaño hasta el segundo día; después se inicia el proceso de actividad lo cual conlleva posteriormente a la germinación (Parra, 2004). Así como también, existe pérdida de la permeabilidad de las membranas, la que provoca que una serie de exudados constituidos de glucosa, sacarosa, fructosa y maltosa se propaguen en la superficie circundante y provoquen la germinación (Villareal, 2006).

**2.2.4.2. Germinación:** Según Puga (1992) esta característica comienza al cuarto día del cultivo; donde surgen el hipocótilo y radícula que comienzan a desarrollarse de la siguiente manera: el hipocótilo, hacia la superficie del suelo y la radícula, en sentido contrario. La germinación es hipogea debido a que sus cotiledones no emergen hacia la superficie debido a que el hipocótilo no se alarga (Parra, 2004).

**2.2.4.3. Formación de hojas verdaderas:** Una vez germinada la pequeña planta, comienza a desplegar el primer par de hojas verdaderas a la vez que se desglosan los cotiledones o falsas hojas. Este acontecimiento sucede a los 10 o 15 días de la siembra, la plúmula permite el acceso al primer par de hojas verdaderas a partir de ese instante y bajo estas condiciones se hace evidente el epicótilo, dicha estructura contiene dos hojas rudimentarias llamadas brácteas trifidas (Parra, 2004).

**2.2.4.4. Desarrollo vegetativo:** Inicia cuando la planta despliega las primeras hojas verdaderas, progresivamente se van formando los nudos vegetativos y el tallo principal

empieza a ramificarse a partir del segundo nudo. El desarrollo del tallo prosigue, las hojas, foliolos y zarcillos van apareciendo y las ramas se extienden igual que el tallo principal, pero de menor tamaño (Villareal, 2006). Esta fase se desarrolla entre tres y seis semanas dependiendo del tipo y variedad de arveja (Puga, 1992).

**2.2.4.5. Floración:** Se inicia de los 25 a 30 días de la plantación, en las diversidades precoces y a los 40 o 45 días en las diversidades de arvejas para consumo fresco (Puga 1992). Los botones florales, se van formando encerrados por las hojas superiores, lo que conlleva a la fase de fecundación poco antes de iniciarse la apertura total de flores (Villareal, 2006). Muñoz (como se citó en Villareal, 2006) refiere que la fecundación tiene una duración estimada de dos a tres días, aperturándose únicamente en horas de intensidad solar, la liberación de polen se genera antes de la apertura total de la flor, aglomerándose en los extremos de la quilla.

**2.2.4.6. Fructificación:** Según Puga (1992) al evidenciarse las primeras flores dentro de ocho o diez días, comienza la formación y desarrollo de los frutos. Una vez iniciado el proceso de fecundación, los pétalos se redirigen nuevamente al ovario fecundado, para luego marchitarse y desprenderse; exponiendo una pequeña vaina que evidencia rudimentos del estilo en su ápice. Por otro lado, los filamentos de los estambres van rodeando a la vaina, para luego secarse y caerse. Dicho suceso inicia a los 125 días de la plantación, teniendo una duración de 25 días aproximado (Villareal, 2006; Parra, 2004).

**2.2.4.7. Maduración de los frutos:** Durante los primeros días los granos tienen un desarrollo demasiado lento, ingresando prontamente a una etapa de rápido crecimiento, el cual se evidencia a través del abultamiento en las vainas, haciendo cada vez mayor, producto del desarrollo paulatino de los granos. La cavidad de las vainas se rellena

completamente cuando los granos han alcanzado una etapa de madurez para ser ingerido como verde (Parra, 2004).

Las vainas ubicadas en los primeros nudos reproductivos, evidencian un retraso en el crecimiento, que se manifiesta hasta una etapa de madurez para ser consumido verde, el tamaño promedio de cada grano al llegar a este estado de madurez depende de los cultivos (Villareal, 2006). La madurez para ser ingerido en verde se genera mediante un contenido promedio de humedad en cada grano de 72 a 74 % (Parra, 2004).

### **2.2.5. Condiciones Edafoclimáticas.**

La arveja necesita las siguientes condiciones edafoclimáticas:

**2.2.5.1 Temperatura:** Según Pinto (2010) la arveja es un cultivo de clima templado algo húmedo y que se adapta al frío y periodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estadios de la planta lo que favorece su enraizamiento. Posteriormente en las sucesivas etapas vegetativas requiere una mayor temperatura en especial en la floración y llenado de vainas (donde el efecto de heladas es mayor). Las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas, también, las plantas de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras (INIA; Guillen, como se citó en Portugal, 2009). Asimismo, Checa et al. (2017) afirman que, la temperatura óptima para el cultivo de arveja, se encuentra entre 13 y 18 °C. En general, se considera como temperatura óptima, el rango entre 15°C y 18°C, pudiendo bajar la mínima, hasta 10°C. En cambio, Fornes (como se citó en Rodríguez, 2015) refiere que las arvejas toleran la temperatura de 3 a 6 °C bajo cero; por bajo de esta temperatura muere, la semilla germina a 1 o 2 °C; la planta florece a 10 a 11 °C y madura a 16 o 17 °C.

**2.2.5.2. Precipitación:** Su requerimiento hídrico oscila entre 250 y 380 mm de agua bien distribuidos durante el ciclo de cultivo, con mayor demanda durante la etapa de crecimiento y de floración (Checa et al. 2017).

**2.2.5.3. Luminosidad:** La arveja requiere de 5 a 9 horas/sol/día.

**2.2.5.4. Altitud:** El mayor volumen de producción de este cultivo se realiza en altitudes entre 2500 y 3700 msnm. según la variedad (INIA; como se citó en Portugal 2009).

**2.2.5.5. Suelos:** Pinto (2010) indica que la arveja es una planta que se adapta a una variedad de suelos que van desde los francos arenosos hasta los francos arcillosos, pero con buen drenaje, buena estructura, profundos, fértiles y con un pH entre los 5,5 a 6,5. Por su parte, la Central Ashaninka del Rio Ene (CARE, 2007) refieren que las arvejas prefieren suelos con buen drenaje, de textura arenosa, con pH óptimo de 6,5 a 7; los suelos ácidos con pH 5,5 no son apropiados, los requerimientos de calcio son altos, solo tolera hasta 2 milisiemens por centímetro (mS/cm) de sales.

Pinto (2010) indica también que los suelos deben tener adecuada capacidad de captación y almacenaje del agua que permita la normal provisión de ella durante el desarrollo de la planta, en especial en la fase de la floración y llenado de las vainas.

## **2.2.6. Distribución Geográfica.**

En el Perú la arveja se cultiva en distintas regiones excepto en la selva y costa norte, entre las zonas de producción resaltan Junín, Arequipa, Cajamarca, Huancavelica, Áncash (Callejón de Huaylas), Huaral-Chancay y chincha (Mamani, 2016).

## **2.2.7. Principales plagas y enfermedades.**

**2.2.7.1. Plagas:** Dentro de las plagas que afectan el cultivo de arveja, pueden citarse por el impacto que tienen sobre el rendimiento, a los pulgones de la arveja (*Acyrtosiphon*

*pisum*) y el pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*); le siguen en importancia la oruga (*Heliiothis* sp.) de aparición eventual, comiendo casi exclusivamente grano, previo perforado de la vaina, llegando a producir daño hasta luego de madurez fisiológica (Prieto 2011).

**2.2.7.2. Enfermedades:** Las enfermedades en la arveja se desarrollan por la interacción del patógeno, la planta como hospedero y las condiciones medioambientales como luz, aire, lluvia, temperatura y suelo (Kraft y Pflieger, 2000, citados por Buitrago et al., 2006). Las principales enfermedades que afectan a este cultivo son; Antracnosis (*Colletotrichum Corda*; C *pisi* Pat), Botritis (*Botrytis cinerea* Pers), Oidium (*Erysiphe pisi*), Mildeo velloso (*Peronospora Corda*), Mancha de tizón (*Ascochyta pisi*), Mancha por quemazón de las hojas (*Mycosphaerella pinodes*), Amarilleamiento por Fusarium, marchitez (*Fusarium oxysporum*), Pudrición radical por Damping-off.

### **2.2.8. Modalidades de siembra**

Según la Federación Nacional de Cafeteros y Programas de Desarrollo y Diversificación (FNCYPDD, 2001) existen tres métodos de siembra manuales; al voleo, a chorro continuo y a golpes o por sitios.

**2.2.8.1. Siembra a voleo:** Se trata de un método de siembra directo, en el que las semillas se esparcen de manera uniforme por toda la parcela. Es el método tradicional y más empleado por los productores y puede ejecutarse en forma manual y obtener una adecuada distribución cuando se ejecuta por un operario adiestrado en esta técnica (Boschini et al., 2015). Por su parte Parodi y Enciso (2018) indican que es un método rápido y sencillo, que puede efectuarse de manera manual o mecánica, teniendo en cuenta que la correcta y homogénea distribución de las semillas en todo el terreno favorece el éxito de la siembra

y evita el acopio de semillas. Por lo que Boschini et al. (2015) recomiendan que las semillas se deben mezclar con arena, tierra fina seca u otros materiales de similar peso para su distribución de manera homogénea.

**2.2.8.2. Siembra en línea o chorrillo:** Sánchez (2014) refiere que este método de siembra consiste en realizar un surco o una línea en la que se distribuye una cantidad constante de semillas, que posteriormente en algunos cultivos, deberá ralearse para que las plantas puedan crecer bien. En otros casos se dejan crecer espontáneamente y no hace falta ralearse. Muchas leguminosas o cereales se siembran utilizando esta técnica.

La siembra en líneas, se puede realizar de forma manual abriendo el surco o línea de siembra con cualquier herramienta agrícola que nos permita realizar el trabajo, pero lo más común es realizarlo con un arado de palo, jalado por la yunta, seguido de la distribución de la semilla a chorro continuo (INIA, 2009). Martínez et al., (1988) refieren que esta modalidad de siembra da a las plantas una mejor distribución en el campo, permitiéndoles aprovechar más eficientemente la energía lumínica y los nutrientes.

**2.2.8.3. Siembra a golpes:** Es una manera de sembrar en surcos, pero dejando una distancia considerable entre una semilla y otra o entre dos grupos de semillas (Sánchez, 2014). Por su parte Escalante (2018) refiere que consiste en dejar caer las semillas en hoyos que se han realizado previamente.

Merino (2001) refiere que, para el maíz como para las leguminosas (frijol, arveja, soya, etc.) la siembra por golpes es la más generalizada, teniendo en cuenta que la distancia entre surcos debe ser entre 25 cm y 87.5 cm, con 4 a 5 cm entre plantas.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Arveja:** Cultivo de amplia adaptación y difusión en la sierra peruana, apreciada por su alto valor nutritivo; (fuente de lisina y triptófano), además de calcio, fósforo, hierro y vitaminas. Su consumo es en grano verde y seco.

**Autógama:** Polinización por polen de la misma flor.

**Embeber:** Absorber un líquido.

**Hospedero:** Organismo que da albergue y/o alimento a otro individuo

**Leguminosa:** planta de la que se cosechan las legumbres que son un fruto formado por una vaina que encierra en su interior una semilla o una hilera de semillas, que se consumen secas.

**Nódulos:** son una masa de forma redonda que agrupa células.

**Patógeno:** también llamado agente biológico patógeno, es un microorganismo capaz de producir enfermedad o daño a la biología de un huésped, sea animal o vegetal.

**pH:** Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.

**Rizobio:** es un género de bacterias del suelo más conocidas por la simbiosis que establecen con las leguminosas.

**Zarcillo:** Órgano largo, delgado y voluble que tienen algunas plantas y que les sirve para asirse y trepar.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de investigación agrario “La Victoria” de la Universidad Nacional de Cajamarca, que se ubica a 07°11’38.45” latitud sur y 78°23’22.75” longitud oeste, con una altitud de 2645 msnm (SENAMHI, 2019). En el periodo de julio a diciembre del 2019, presentando temperaturas medias de 13.4 °C que resulta adecuado para el cultivo de arveja, humedad relativa media de 70.6% y una precipitación total de 186.6 mm durante el periodo de ejecución del experimento.

#### 3.2. Antecedentes del campo experimental

Previo a la instalación del trabajo de investigación en el terreno se sembró el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.).

#### 3.3. Condiciones edáficas.

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se realizó el análisis de suelo en el Laboratorio de Suelos del INIA. Para lo cual las muestras fueron tomadas hasta una profundidad de 15 cm de la superficie del suelo agrícola (método de suelo convencional) tratando de cubrir toda el área delimitada, posteriormente todas las muestras fueron mezcladas y cuarteadas para obtener la muestra representativa (1 kg); los resultados del análisis se observan en la Tabla 1. Para tal fin, la fórmula de abonamiento según el análisis del laboratorio es de 40-100-40, que significa a 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Tabla 1**

*Análisis de Suelo del Campo Experimental en Estudio.*

<b>Análisis Físico - Químico</b>					
<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Clase Textural</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
Arena	38 %		Materia orgánica	2,88 %	Medio
Limo	14 %	Arcilloso	Fosforo (P)	7,63 ppm	Medio
Arcilla	48 %		Potasio (K)	325 ppm	Medio
			pH	6,9	Neutro

*Fuente: Estación Experimental – Cajamarca INIA, 2019.*



### **3.4. Materiales e Insumos: Se emplearon los siguientes.**

- Semilla botánica de arveja (variedad Azul).
- Fertilizantes: Urea, Fosfato di amónico, cloruro de potasio.
- Plaguicidas: Ciclon® EC.
- Libreta de campo, lapiceros, plumón indeleble, papel bond A4\_100g, cinta adhesiva, tijeras, fólder manila, tablero.
- Picos, lampas, barreta, rastrillo, estacas, machete, serrucho, paja rafia, postes de eucalipto de 2 m, bolsas de polietileno, costales, cinta métrica, wincha.
- Mochila pulverizadora de 20 L, balanza digital, cámara digital, mascarilla, botas, guantes.

### **3.5. Metodología.**

#### **3.5.1. Factores, tratamientos y variables en estudio**

**Factor M.** Modalidades de Siembra

##### **Tratamientos:**

T1 = Siembra al voleo (Testigo).

T2 = Siembra a chorro continuo.

T3 = Siembra a 20 cm entre golpes.

T4 = Siembra a 30 cm entre golpes.

#### **3.5.2. Descripción del campo experimental.**

El campo experimental tuvo un área total de 391.20 m<sup>2</sup>, en la que se consideraron 4 unidades experimentales y 3 repeticiones, resultando 12 unidades experimentales, que ocuparon un área neta total de 302.40 m<sup>2</sup>. A continuación se detalla las medidas.

##### **3.5.2.1. Campo experimental**

Largo	: 22.0 m.
Ancho	: 17.80 m.
Área total del experimento	: 391.60 m <sup>2</sup> .

### 3.5.2.2. Bloques

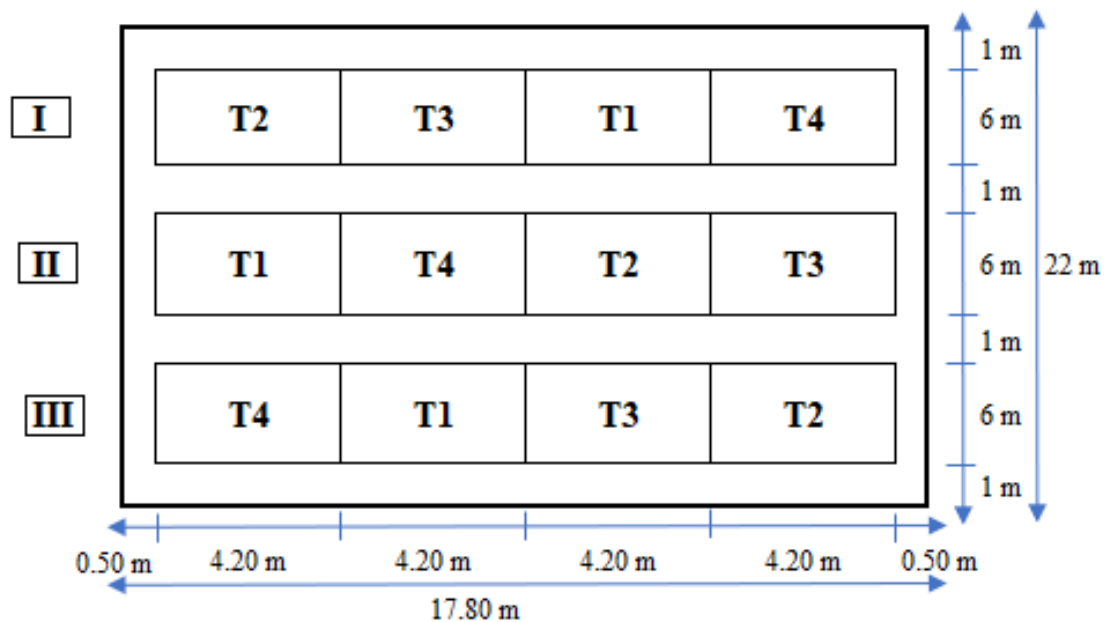
Número de bloques	: 03 (I, II, III)
Ancho de bloque	: 6 m
Largo de bloque	: 17.80 m.
Área total de bloque	: 106.80 m <sup>2</sup> .
Ancho de calles	: 0.50 m.

### 3.5.2.3. Parcela

N° de parcelas/ bloque	: 4
N° de parcelas/ campo experimental	: 16
Largo de parcela	: 6 m.
Ancho de parcela	: 4.20 m.
Área de parcela	: 25.2 m <sup>2</sup> .

**Figura 1.**

*Croquis del campo experimental*



*Nota. Distribución del ensayo con los tres bloques y los 4 tratamientos los cuales se dispusieron al azar.*

Como se observa en la Figura 1. la distribución de los tratamientos en estudio se realizó al azar.

### **3.6. Conducción del experimento.**

**3.6.1. Selección de semilla:** El 04 de julio del 2019, se adquirió semilla de arveja variedad Azul, la cual fue conseguida de la asociación de agricultores del distrito de Chugur - provincia de Hualgayoc. Se hizo una selección rigurosa junto con el asesor, teniendo en cuenta el tamaño, forma, uniformidad de coloración, para bajar la probabilidad de llevar semillas enfermas.

**3.6.2. Preparación del terreno:** Esta actividad se realizó el 05 de julio del 2019, con tractor realizando el barbecho a una profundidad de 40 cm, tres días después se realizó la cruz, seguidamente se desterrono y se niveló el área a sembrar con la ayuda de un pico y rastrillo para uniformizar el tamaño de las partículas.

**3.6.3. Trazado y rotulación de parcelas:** Se realizó el 07 julio del 2019, para esta labor se utilizó estacas, cal y rafia, delimitando la totalidad del campo experimental, y luego la división en bloques y parcelas. La rotulación se realizó con una tarjeta cada parcela.

**3.6.4. Trazado de surcos:** Esta labor se realizó el 10 de julio del 2019, utilizando una cuerda, una wincha y un zapapico, teniendo en cuenta una distancia entre surcos de 60 cm.

**3.6.5. Siembra y Fertilización:** Se realizó el día 10 de julio del 2019, previo cálculo de fertilizantes de acuerdo a la fórmula de abonamiento recomendada por el laboratorio del INIA (40-100-40), que significa 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. por lo tanto; para el área de parcela 25.2 m<sup>2</sup>, se utilizó 220 g de urea (46 % N), 547 g de fosfato diamónico (46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 169 g de cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O) mezclándose dichas cantidades de fertilizantes para homogenizar y tener una mejor distribución.

La siembra se realizó en dos momentos: Primero; se realizó una fertilización de fondo para las modalidades de siembra a línea continua y entre golpes, para el testigo (siembra al

voleo) la fertilización se hizo al voleo; procediendo seguidamente al tapado con una capa de tierra de 5 cm de espesor. Segundo; se colocó las semillas de arveja a línea continua y la siembra entre golpes se realizó colocando dos semillas por golpe cada 20 cm y a 30 cm según el tratamiento. En la siembra al voleo se dispersó las semillas de forma homogénea. La cantidad de semilla por parcela para la modalidad de siembra a línea continua fue de 352 g, para la siembra a 20 cm entre golpes fue 162 g, para la siembra a 30 cm entre golpes se utilizaron 121 g y para el testigo siembra al voleo fue 516 g.

**3.6.6. Colocación de postes y rafia:** En las modalidades de siembra a línea continua y siembra entre golpes a 20 cm y 30 cm, se utilizaron espalderas utilizando postes de eucalipto de 2.50 m de altura y sujetadas con rafias cada 30 cm; los postes se colocaron cada 6 m entre sí, cuando habían transcurrido 30 días después de la siembra con la finalidad de facilitar el guiado de los zarcillos de la arveja.

**3.6.7. Control Fitosanitario:** Se realizó un seguimiento continuo al cultivo con la finalidad de detectar algún insecto plaga u hongos en forma oportuna y realizar el control respectivo.

**3.6.8. Riego:** Los riegos se efectuaron en 3 ocasiones dado que las condiciones de precipitación fueron favorables luego de la siembra, por lo que los riegos fueron cada 15 días cuando el cultivo estaba iniciando la floración y el llenado de vainas.

**3.6.9. Deshierbo:** Se realizó el 09 de agosto del 2019, después de haber transcurrido 30 días de instalado el cultivo, con el cuidado respectivo para no maltratar las plantas.

**3.6.10. Guiado:** Se realizó de forma manual cada vez que fue necesario, con la finalidad de que las plantas trepen en la rafia, logrando una mejor distribución.

**3.6.11. Cosecha:** Se realizó el 26 de diciembre, cuando el follaje estaba seco y los granos de arveja habían llegado a su madurez organoléptica. Desgranando las vainas de manera manual.

### **3.7. Toma de datos.**

**3.7.1. Rendimiento en t ha<sup>-1</sup>:** Tomando como referencia el peso de grano por unidad experimental, se estimó el rendimiento de arveja en t ha<sup>-1</sup>.

**3.7.2. Peso de 100 granos:** Se consideró 100 granos tomados totalmente al azar, de todos los granos que se obtuvieron de cada unidad experimental, para luego pesarlos.

**3.7.3. Granos por vaina:** Se contaron el número de granos de 10 vainas tomadas al azar de cada unidad experimental.

**3.7.4. Vainas llenas por planta:** Se contaron las vainas que al menos formaron un grano de 10 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental.

**3.7.5. Vainas vanas por planta:** Se contaron las vainas de 10 plantas al azar en cada unidad experimental que no tuvieron granos formados.

**3.7.6. Altura de planta:** Se considero 10 plantas de las líneas centrales y se procedió a medir la altura de cada planta en cada unidad experimental.

**3.7.7. Longitud de Vaina:** Se tomaron 10 vainas tomadas al azar de las líneas centrales en cada unidad experimental.

**3.7.8. Peso de materia seca:** Se considero tomar 10 plantas para dejarlos secaral ambiente y luego realizar el pesado correspondiente por cada unidad experimental.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Rendimiento de arveja en grano seco ( $t\ ha^{-1}$ ).

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) de los datos mostrados en la Tabla 19 del apéndice, se observa en la Tabla 2, que hay alta significación estadística entre los tratamientos, ya que el valor de la F calculada supera ampliamente al valor de la F tabular al 95% y 99% de probabilidades. La diferencia se observa en forma objetiva en la Figura 2, donde el tratamiento T3 (siembra a 20 cm entre golpes) supera a las otras modalidades con un rendimiento de  $1.543\ t\ ha^{-1}$ . En cuanto a bloques no hay significancia estadística, debido probablemente a que las condiciones de suelo y clima fueron semejantes durante el desarrollo de la investigación; de allí también que el coeficiente de variación (C.V. = 5.02 %) sea bajo, debido a las condiciones antes mencionadas.

**Tabla 2**

*Análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento en grano seco ( $t\ ha^{-1}$ ) de Arveja Cultivar Azul.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05)	F tabular (0.01)
Bloques	0.01	2	3.20 E-03	0.72 NS	5.14	10.92
Tratamientos	0.52	3	0.17	39.06 **	4.76	9.78
Error	0.03	6	4.50 E-03			
Total	0.56	11				

*Nota. C.V= 5.02%, E-03=  $10^{-3}$ . NS= No significativo, \*\*= Alta significancia estadística al 99%.*

Según la prueba de Tukey al 5% (Tabla 3), se observa que el T3 presenta mayor rendimiento de  $1.543\ t\ ha^{-1}$ , pero estadísticamente es semejante al T4 que obtuvo un rendimiento de  $1.44\ t\ ha^{-1}$ , Pero el T4 no supera al T2. El testigo T1 ocupó el último lugar con un rendimiento de  $0.99\ t\ ha^{-1}$ . Por esta razón el T3 queda como el mejor tratamiento superando al testigo en un 55% como se observa en la tabla 4.

**Tabla 3**

*Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el rendimiento en grano seco ( $t\ ha^{-1}$ ) de Arveja Cultivar Azul.*

Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación	
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	1.54	A	
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	1.44	A	B
T2: Siembra a chorro continuo	1.34		B
T1: Siembra al voleo (Testigo)	0.99		C

*Nota. Los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística.*

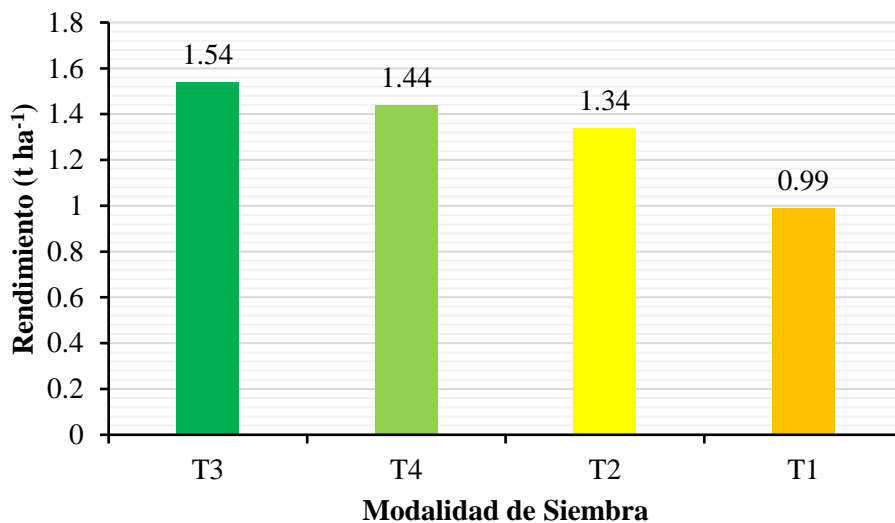
Comparando nuestros resultados con los obtenidos de otros autores encontramos a Ventura (2012) quien refiere que el cultivo de arveja sembrado en surcos a chorro continuo bajo tutorado obtuvo un rendimiento de  $5.50\ t\ ha^{-1}$  y el sembrado al voleo con un rendimiento menor de  $1.8\ t\ ha^{-1}$ . Estos rendimientos son muy superiores a los nuestros, diferencias debido seguramente a otros factores ambientales y a un rendimiento en grano verde. Del mismo modo los resultados encontrados por Martínez (2019) son rendimientos que van de  $1.752$  a  $2.792\ t\ ha^{-1}$ , con un promedio general de  $2.333\ t\ ha^{-1}$ . El rendimiento promedio de este trabajo fue  $1.33\ t\ ha^{-1}$ , siendo inferior a los citados anteriormente, pero tienen similitud y tienden a ser superiores al promedio nacional para el año 2017 que fue de  $1.062\ t\ ha^{-1}$  y al promedio obtenido en el mismo año en la región Cajamarca con  $0.84\ t\ ha^{-1}$ , según MINAGRI, citado por Martínez (2019).

En la Figura 2, se muestra de manera objetiva la superioridad del T3 y el T4 lo cual se debe probablemente a que el tutorado reduce la competencia con arvenses; agua, luz, espacio y nutrientes, también se asocia a que, bajo estas condiciones, las plantas logran mayor altura y sus órganos están mejor distribuidos sobre la planta, logrando mejores rendimientos. En el T2 el bajo rendimiento se debe a que, aun cuando las plantas están mejor distribuidas, existe una cierta competencia entre las mismas a lo largo de la línea. Mientras que, la baja productividad del T1 se debe a la reducción de luz, competencia con los arvenses por agua y nutrientes, las vainas se

concentran en el tercio superior, existe mayor caída prematura de botones florales y flores, como lo afirma Forero y Ligarreto (2009) quienes refieren que, el tutorado para arveja es muy eficaz, teniendo en cuenta dos aspectos: primero, existe un adecuado control de plagas; segundo, se mejora la eficiencia fotosintética de la planta, logrando recibir mejor iluminación en todo su soma y aprovechar mejor el espacio aéreo, favorece una mejor distribución de vainas a lo largo del tallo principal y ramas laterales, además un mejor llenado de vainas.

**Figura 2**

*Rendimiento de grano seco (t ha<sup>-1</sup>)*



*Nota. Modalidades de siembra: T3 (Siembra a 20cm entre Golpes) T4(Siembra a 30cm entre golpes), T2 (Siembra a chorro continuo) y T1 (Siembra al Voleo).*

**Tabla 4**

*Efecto de los tratamientos en el rendimiento de arveja cultivar azul en comparación al testigo.*

Rendimiento / Tratamiento (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento Testigo (t ha <sup>-1</sup> )	Diferencia	Porcentaje
T3: 1.54	0.99	0.55	55%
T4: 1.44	0.99	0.45	45%
T2: 1.34	0.99	0.35	35%

*Nota. T3 (Siembra a 20cm entre Golpes) T4(Siembra a 30cm entre golpes, T2 (Siembra a chorro continuo).*



#### 4.2. Peso de 100 granos secos

Al realizar el análisis de varianza en la Tabla 5, se observa que, no hay significación estadística entre bloques. Sin embargo, existe alta significancia estadística para los tratamientos de las modalidades de siembra, dado que el valor de la F calculada es superior a la F tabular para el 95% y 99% de probabilidades.

**Tabla 5**

*Análisis de varianza (ANOVA) del peso de 100 granos secos de Arveja Cultivar Azul.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05)	F tabular (0.01)
Bloques	3.50	2	1.75	4.20 NS	5.14	10.92
Tratamientos	124.25	3	41.42	99.40 **	4.76	9.78
Error	2.50	6	0.42			
Total	130.25	11				

*Nota. C.V= 2.6 %. NS= No significativo, \*\*= Alta significancia estadística al 99%.*

Según la comparación de medias de Tukey los resultados obtenidos son semejantes a los obtenidos para rendimiento. Por tanto, los argumentos que nacen para explicar el primer lugar que ocupa el T3, son los mismos; así como para explicar el comportamiento de los otros tratamientos y el testigo. En la tabla 6, se observa que el peso de 100 semillas más alto corresponde al mejor tratamiento T3 y de allí va descendiendo para llegar al valor más bajo que corresponde al testigo.

**Tabla 6**

*Prueba de Tukey al 5% de probabilidad del peso de 100 granos secos de Arveja Cultivar Azul.*

Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	27.33	A
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	27.00	A B
T2: Siembra a chorro continuo	25.33	B
T1: Siembra al voleo (Testigo)	19.33	C

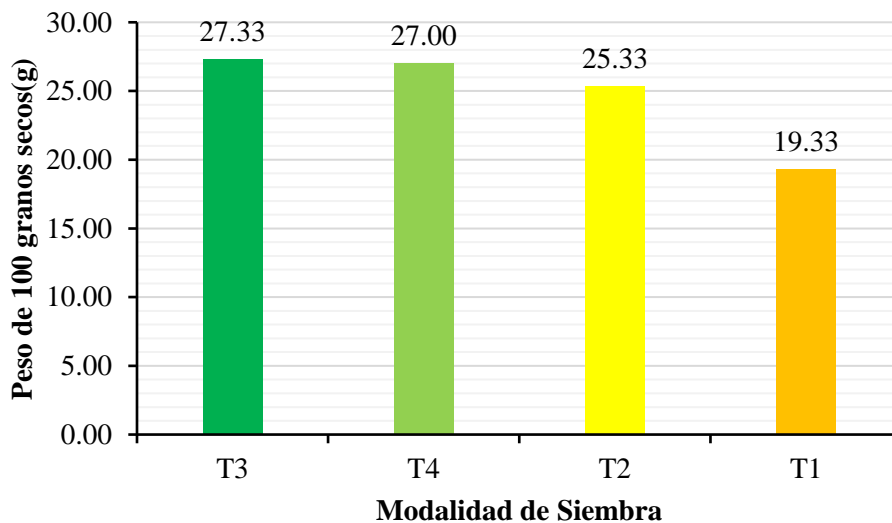
*Nota. Los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística.*

En nuestro caso como se observa en la Figura 3, el T3 logró el mayor peso 27.33 g de 100 semillas, influyendo directamente en el rendimiento, seguido del T4 con un peso de 27.00 g por lo que no existe diferencia estadística significativa entre estos tratamientos. Sin embargo, el T3 es estadísticamente superior y diferente de las modalidades de siembra del T2 con 25.33 g y el T1 con 19.33 g, pues este último presentó granos más pequeños, debido a que esto se asocia a la competencia que se genera entre plantas tanto por espacio, luz, nutrientes y agua. Esto nos permite indicar que el peso de 100 semillas este asociado con el rendimiento.

Si nos remitimos a Martínez (2019), quien encontró valores entre 26.10 y 31.99 g y un promedio general de 31.94 g, nuestros resultados son ligeramente menores. Por otro lado, el MINAGRI (2016), informa que el cultivar Azul tiene semillas de tamaño grande con un peso promedio de 35 a 40 g, marcadamente superiores a los encontrados en nuestra investigación.

**Figura 3**

*Peso de 100 granos (g).*



*Nota. Modalidades de siembra: T3 (Siembra a 20cm entre Golpes) T4(Siembra a 30cm entre golpes, T2 (Siembra a chorro continuo) y T1 (Siembra al Voleo).*

### 4.3. Número de granos por vaina

El análisis de varianza (Tabla 7) muestra que no hay diferencia significativa entre los bloques, pero sí una alta significación estadística entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 1.83 %, demostrando buena confiabilidad en la toma de datos.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza (ANOVA) del número de granos por vaina de Arveja Cultivar Azul.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05)	F tabular (0.01)
Bloques	0.01	2	4.0 E-03	2.18 NS	5.14	10.92
Tratamientos	0.51	3	0.17	91.76 **	4.76	9.78
Error	0.01	6	1.8 E-03			
Total	0.53	11				

*Nota. C.V= 1.83%. E-03= 10<sup>-3</sup>. NS= No significativo, \*\*= Alta significancia estadística al 99%.*

Según el análisis de medias de Tukey al 5% (Tabla 8) los tratamientos T4 y T3 ocupan el primer lugar superando significativamente al T2 y T1. Del mismo modo el T2 supera significativamente al T1. Por lo que, podemos afirmar que para el número de granos por vaina de arveja no conviene sembrar al voleo.

**Tabla 8**

*Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el número de granos por vaina de Arveja Cultivar Azul.*

Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	6.33	A
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	6.27	A
T2: Siembra a chorro continuo	5.50	B
T1: Siembra al voleo (Testigo)	4.03	C

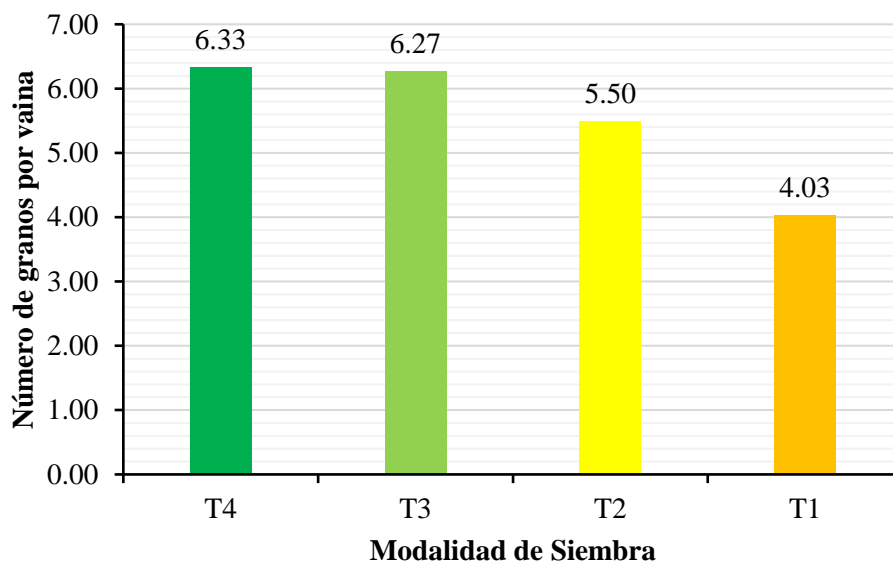
*Nota. Datos transformados para el análisis estadístico por  $\sqrt{x}$ . Además, los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística.*

La figura 7, se muestra el número de granos por vaina que varía de 4.03 a 6.33, correspondiendo a la modalidad de siembra T1 y T4, respectivamente, el promedio general fue de 5.53 granos por vaina. Los resultados obtenidos están en el rango de los encontrados por Ventura (2012) quien informa que sus resultados variaron de 3.13 y 4.88 granos. Pero, son parecidos a los hallados por Rondinel (2014) quien informa que el número de granos por vaina variaron de 5.5 y 7.4.

Mateo Box, citado por Rondinel (2014) informa que no llegan a semilla todos los óvulos fecundados, debido a que existe aborto después de ser fecundados o que no hubo fecundación. Además, el número de granos depende de la variedad, el suelo y la ubicación de la vaina en la planta, siendo las vainas de la parte central las que logran más granos. Además, el número de granos depende de la variedad, el suelo y la ubicación de la vaina siendo las vainas de la parte central la que logran más granos.

#### Figura 4

*Número de granos por vaina*



*Nota. Modalidades de siembra: T4 (Siembra a 30cm entre Golpes) T3(Siembra a 20cm entre golpes, T2 (Siembra a chorro continuo) y T1 (Siembra al Voleo).*

#### 4.4. Número de vainas llenas por planta

El análisis de varianza (Tabla 9) indica que existe significancia estadística entre bloques debido a que la F calculada supera al F tabular al 95% de probabilidad. Además, existe alta significación estadística entre tratamientos, debido a que, la F calculada supera a la F tabular al 95% y 99% de probabilidad, indicando diferencias reales en el número de vainas llenas de acuerdo a la modalidad de siembra. El coeficiente de variación fue de 3.35 %, siendo un valor aceptable para experimentos de campo, indicando la confiabilidad para una adecuada comparación de medias.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza (ANOVA) del número de vainas llenas por planta de Arveja Cultivar Azul*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05)	F tabular (0.01)
Bloques	0.15	2	0.08	5.22 *	5.14	10.92
Tratamientos	1.01	3	0.34	23.10 **	4.76	9.78
Error	0.09	6	0.01			
Total	1.25	11				

*Nota. C.V= 3.35%. NS=No significativo, \*=Significancia estadística al 95%. \*\*=Significancia estadística al 99%.*

Según el análisis de medias de Tukey al 5% (Tabla 10) se observa que, todos los tratamientos en estudio (T3, T4 y T2) superan al testigo.

**Tabla 10**

*Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el número de vainas llenas por planta de Arveja Cultivar Azul*

Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	14.34	A
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	14.32	A
T2: Siembra a chorro continuo	13.35	A
T1: Siembra al voleo (Testigo)	9.74	B

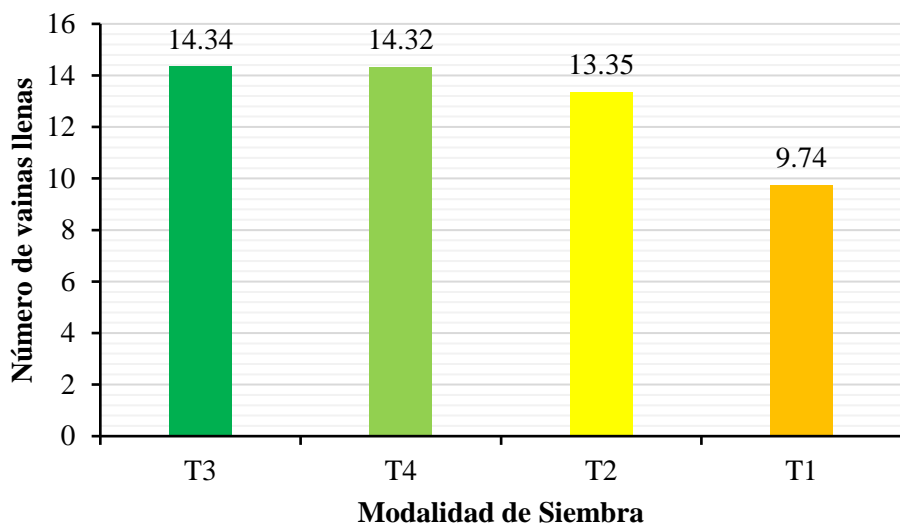
*Nota. Tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística.*

Como se observa en la Figura 5, la superioridad de los tres tratamientos en estudio sobre el testigo se debe probablemente a que el ordenamiento en líneas de siembra a chorro continuo o en golpes favorece un mejor aprovechamiento de nutrientes, agua, espacio y luz, incentivando una mayor producción de flores la cual proporcionará mayor cantidad de vainas, debido a que los órganos están mejor distribuidos.

Los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Escalante (2018) que informa que el número de vainas llenas variaron de 9.1 y 13.6 por planta de la variedad Azul; pero son menores a los encontrados por Ventura (2012) que obtuvo valores de 12.4 y 29.8 vainas por planta para la variedad Usui. Por su parte, Anchivilca (2018) obtuvo valores desde 12.15 a 19.73 vainas por planta para la variedad Rondo.

**Figura 5**

*Número de vainas llenas por planta*



*Nota. Modalidades de siembra: T3 (Siembra a 20cm entre Golpes) T4(Siembra a 30cm entre golpes, T2 (Siembra a chorro continuo) y T1 (Siembra al Voleo).*

#### **4.5. Número de vainas vanas por planta**

Según el análisis de varianza (Tabla 11) se observa que existe alta significación estadística entre tratamientos, debido a que el valor de la F calculada supera al valor de la F tabular al 95% y 99%

de probabilidad, entonces se concluye que el número de vainas vanas por planta está influenciado por la modalidad de siembra. Así mismo, el coeficiente de variación fue 5.69 %, siendo un valor aceptable para experimentos en condiciones de campo.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza (ANOVA) del número de vainas vanas por planta de Arveja Cultivar Azul.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05)	F tabular (0.01)
Bloques	0.02	2	0.01	1.32 NS	5.14	10.92
Tratamientos	1.11	3	0.37	51.18 **	4.76	9.78
Error	0.02	6	0.01			
Total	1.17	11				

*Nota. C.V= 5.69%. NS= No significativo, \*\*= Alta significancia estadística al 99%.*

Según el análisis de medias de Tukey al 5% (Tabla 12) se observa que el T1 supera estadísticamente a los tratamientos T2, T3 y T4. Existiendo diferencias significativas entre; el testigo T1 y los demás tratamientos (T2, T3, T4). Siendo los tratamientos T4 y T3 los que no presentan diferencias significativas.

Por lo tanto, como se puede observar en la Tabla 8, estos tratamientos (T4 y T3) obtuvieron los promedios más altos en números de granos por vaina, explicando así el hecho de tener menos vainas vanas ha aumentado el número de granos por vaina. Además, en campo se observó que, en el testigo (siembra al voleo) la parte aérea de las plantas se doblan y caen entrando en contacto con el suelo, ocasionando mayor sombra que disminuye la capacidad fotosintética y una ineficiente distribución de órganos, por lo que las vainas no logran formar granos, aumentando el número de vaina vanas.

**Tabla 12**

*Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el número de vainas vanas por planta de Arveja Cultivar Azul.*

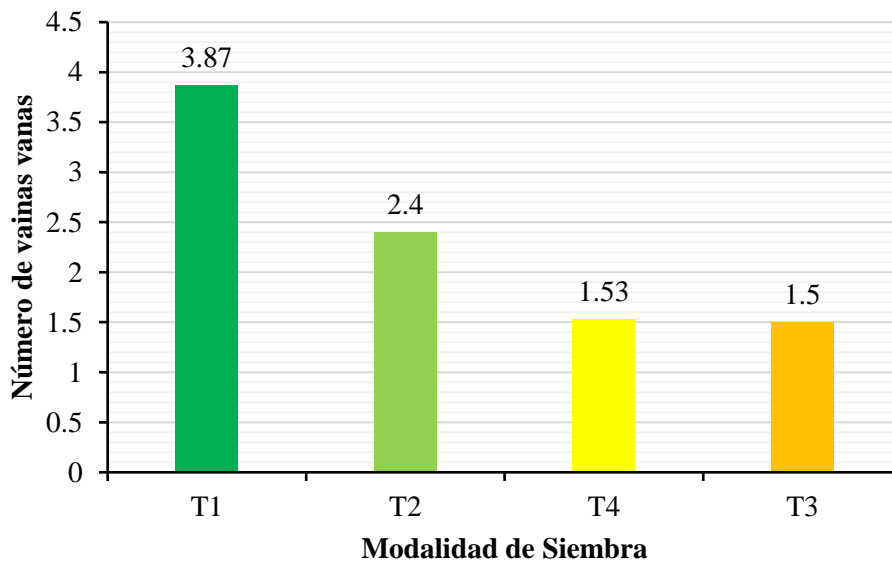
Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación
T1: Siembra al voleo (Testigo)	3.87	A
T2: Siembra a chorro continuo	2.40	B
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	1.53	C
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	1.50	C

*Nota. Datos transformados para el análisis estadístico por  $\sqrt{(x)}$ . Los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística.*

En la Figura 6, se muestra objetivamente que, el número de vainas vanas varió de 1.50 a 3.87, correspondiendo a los tratamientos T1 y T3 respectivamente, con un promedio de 2.79 vainas vanas.

**Figura 6**

*Número de vainas vanas por planta*



*Nota. Modalidades de siembra: T1 (Siembra al Voleo – testigo), T2 (Siembra a chorro continua), T4(Siembra a 30cm entre golpes, y T3 (Siembra a 20cm entre Golpes).*



#### 4.6. Altura de planta.

Al realizar el análisis de varianza en la Tabla 13 se observa que, no existe significación estadística entre bloques; pero si una alta significación estadística entre tratamientos. Así mismo, el coeficiente de variación es 3.09 %, lo que indica que la variabilidad del material experimental, estuvo dentro de rangos aceptables para este tipo de trabajos.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza (ANOVA) de la altura de planta de Arveja Cultivar Azul.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05) (0.01)
Bloques	0.04	2	0.02	4.98 NS	5.14 10.92
Tratamientos	0.31	3	0.10	28.17 **	4.76 9.78
Error	0.02	6	3.70 E-03		
Total	0.37	11			

*Nota. C.V= 3.09 %. E-03= 10<sup>-3</sup>. NS= No significativo. Alta significancia estadística al 99%.*

Según el análisis de medias de Tukey al 5%, (Tabla 14) se observa que los tratamientos T3, T4 y T2 no presentan significancia estadística. Estos tratamientos lograron la mayor altura por haber contado con tutorado, mientras que el T1 no tuvo por lo tanto se esperaba que la altura sea menor.

**Tabla 14**

*Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la Altura de planta de Arveja Cultivar Azul.*

Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	2.08	A
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	2.06	A
T2: Siembra a chorro continuo	2.05	A
T1: Siembra al voleo (Testigo)	1.69	B

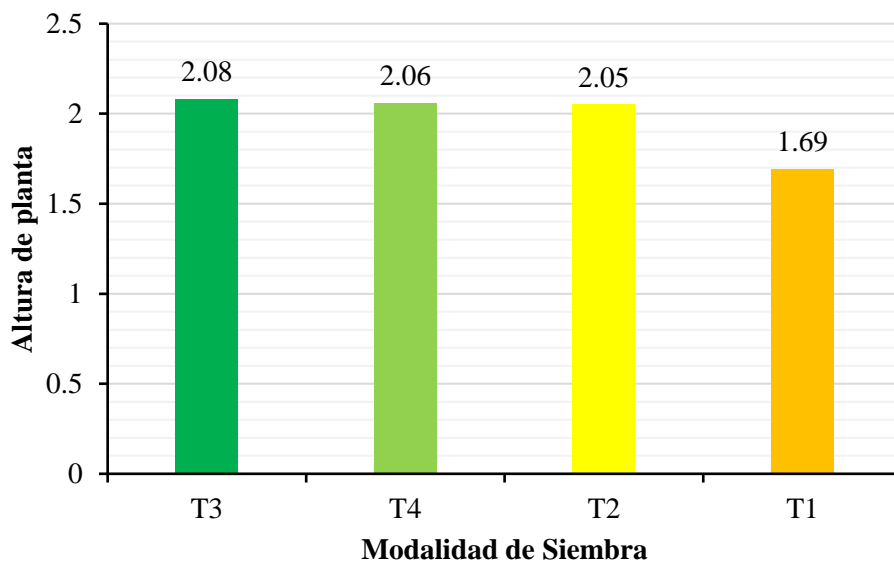
*Nota. Los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística.*

Como se observa en la Figura 7, los resultados obtenidos en la investigación respecto a la altura de plantas varían entre 1.69 m y 2.08 m, con un promedio de 1.97 m. resultados superiores a los

encontrados por Escalante (2018) quién obtuvo valores entre 1.41 m y 1.88 m para la variedad azul; así mismo Barzola y Hermitaño (2018) obtuvieron alturas de planta entre 0.65 m y 0.98 m. Mientras que Ventura (2012) en su estudio sembrado en líneas continuas y con tutores alcanzó alturas entre 0.44 m y 0.80 m.

### Figura 7

*Altura de planta*



*Nota. Modalidades de siembra: T3 (Siembra a 20cm entre Golpes) T4(Siembra a 30cm entre golpes, T2 (Siembra a chorro continuo) y T1 (Siembra al Voleo).*

#### 4.7. Longitud de vaina.

El análisis de varianza realizado en la Tabla 15, se observa que existe alta significación estadística al 95% de probabilidades entre tratamientos. Por tanto, podemos afirmar que la longitud de vainas, es afectada significativamente por la modalidad de siembra. El coeficiente de variación es de 6.56%, constituyendo un valor aceptable para experimentos desarrollados en condiciones de campo.

**Tabla 15***Análisis de varianza (ANOVA) de la longitud de vaina de Arveja Cultivar Azul.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05)	(0.01)
Bloque	0.14	2	0.07	0.24 NS	5.14	10.92
Tratamiento	7.84	3	2.61	8.89 *	4.76	9.78
Error	1.76	6	0.29			
Total	9.75	11				

*Nota. C.V= 6.56%. NS= No significativo, \*= Alta significancia estadística al 95%.*

Según la comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 16) los tratamientos T3, T4 y T2 producen vainas de mayor longitud que el Testigo y conforman el grupo (A) por lo que se consideraron semejantes; pero el T2 al ser también semejante con el T1, sale del primer grupo. Por lo tanto, se concluye que los T3 y T4 son los mejores, quedando el testigo (T1) en último lugar.

**Tabla 16***Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para longitud de vainas de arveja cultivar Azul.*

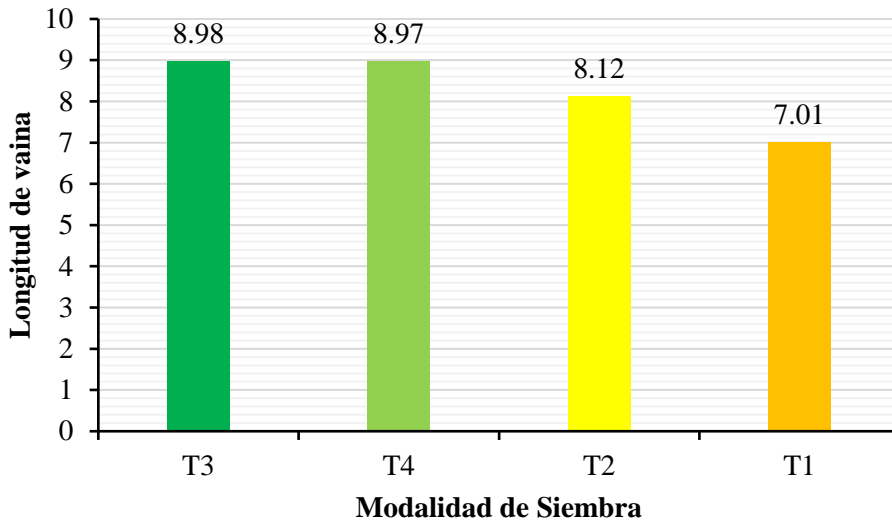
Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	8.98	A
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	8.97	A
T2: Siembra a chorro continuo	8.12	A B
T1: Testigo (siembra al voleo)	7.01	B

*Nota. Los tratamientos con Letras en común no presentan significancia estadística*

Lo comentado se observa de forma objetiva en la Figura 8, estos resultados son semejantes a los encontrados por Ventura (2012) quién obtuvo longitudes entre 6.48 cm y 9.29 cm. De igual manera Barzola y Hermitaño (2018) reportan valores parecidos entre 7.41 cm y 9.53 cm. Por su parte Rondinel (2014) en la modalidad de siembra a chorro continuo reporta longitudes que variaron entre 9.3 cm y 10.2 cm. Por su parte Landeo (como se citó en Rondinel, 2014) en su estudio ejecutado en Vinchus reportó valores que fluctúan entre 8.3 y 10.8 cm de longitud.

**Figura 8**

*Longitud de vaina*



*Nota. Modalidades de siembra: T3 (Siembra a 20cm entre Golpes) T4(Siembra a 30cm entre golpes, T2 (Siembra a chorro continuo) y T1 (Siembra al Voleo).*

#### **4.8. Materia seca.**

En el análisis de varianza (Tabla 17) se observa que existe alta significación estadística entre tratamientos, debido a que el valor de F calculada es mayor al valor de F tabular al 95% y al 99% de probabilidades, con un coeficiente de variación de 1.10 %.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza (ANOVA) de materia seca de planta de Arveja Cultivar Azul.*

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tabular (0.05)	F tabular (0.01)
Bloque	1.84	2	0.92	1.50 NS	5.14	10.92
Tratamientos	37.82	3	12.61	20.51 **	4.76	9.78
Error	3.69	6	0.61			
Total	43.35	11				

*Nota. C.V= 1.10 %. NS= No significativo, \*\*= Alta significancia estadística al 99%.*

Según la prueba de Tukey al 5% (Tabla 18) se evidencia que, los tratamientos T3, T4 y T2 son semejantes (forman el grupo A) y superan al testigo T1; sin embargo, el T2 también es semejante

con el T1 (forman el grupo B). Por lo tanto, solo los T3 y T4 son considerados como los mejores tratamientos para materia seca.

**Tabla 18**

*Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la variable materia seca de Arveja Cultivar Azul.*

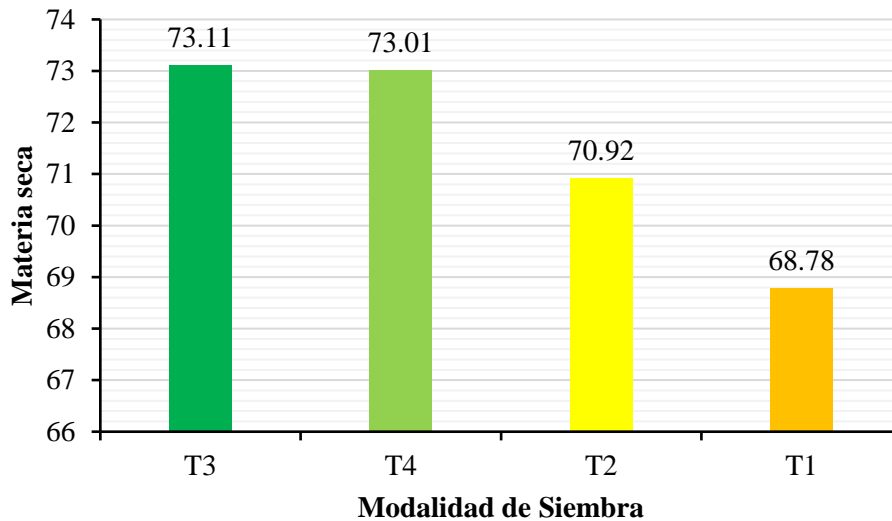
Modalidad de Siembra	Medias	Agrupación	
T3: Siembra a 20 cm entre golpes	73.11	A	
T4: Siembra a 30 cm entre golpes	73.01	A	
T2: Siembra a chorro continuo	70.92	A	B
T1: Testigo (siembra al voleo)	68.78	B	

*Nota. Los tratamientos con Letras en común no presentan significancia estadística*

En la Figura 9, se observa objetivamente lo comentado para materia seca, los pesos variaron de 68.78 a 73.11 g, con un promedio de 71.46 g, siendo ligeramente superiores a los reportados por Anchivilca (2018) quién obtuvo pesos entre 47.37 a 69.50 g.

**Figura 9**

*Peso de materia seca por planta(g)*



*Nota. Modalidades de siembra: T3 (Siembra a 20cm entre Golpes) T4(Siembra a 30cm entre golpes, T2 (Siembra a chorro continuo) y T1 (Siembra al Voleo).*

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones mencionadas en el estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las modalidades de siembra evaluadas en el presente estudio, muestran un efecto positivo, respecto de la siembra al voleo o tradicional, debido a que presentan mejores resultados en cuanto a rendimiento en grano seco de arveja cultivar azul.
2. La modalidad de siembra en línea con distanciamiento de 20 cm entre golpes es la más destacada y se sitúa como la mejor, con un rendimiento promedio de 1.543 t ha<sup>-1</sup> de grano seco de arveja cultivar azul.

### 5.2. Recomendaciones

De las conclusiones obtenidas en el estudio es posible proveer las recomendaciones siguientes:

1. Evaluar las modalidades de siembra a 20 cm entre golpes y siembra a 30 cm entre golpes, en otros cultivares y variedades de arveja, a fin de evaluar el comportamiento y estabilidad de dichas modalidades.
2. Realizar ensayos en otras épocas del año, otros lugares de la región Cajamarca y el país, para determinar el rendimiento de las modalidades de siembra que presentaron mayores resultados en función a las condiciones edáficas, hídricas y climáticas óptimas en las que dicha leguminosa se desenvuelve a su máxima capacidad.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anchivilca, GH. (2018). *Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (Pisum sativum L.) cv. Rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha, Huarochirí*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3559>.
- Barzola, MV. y Hermitaño, YR. (2018). *Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de arveja (Pisum sativum L.), en el distrito de Paucartambo – Pasco*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión] Repositorio institucional UNDAC <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1423>
- Boschini, CF., Vargas, F. y Pineda, L. (2015). Evaluación de equipos para la siembra al voleo de semillas de alpiste y linaza. *Agronomía Mesoamericana* 26(1): 171-180. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v26i1.16950>
- Camarena, MA. (2003). *Manual del Cultivo de arveja* (1ª ed.). Universidad Nacional Agraria La Molina, Caritas Diocesana Huancavelica, Fondo ítalo peruano.
- Central Ashaninka del Rio Ene. (2007). *Manual de conocimientos básicos para la producción y comercialización de arveja y haba*. 80 p.
- Casa, B. (2014). *Evaluación de la fijación de nitrógeno de cepas de Rhizobium spp. en invernadero, para arveja (Pisum sativum), chocho (Lupinus mutabilis), fréjol (Phaseolus vulgaris), haba (Vicia faba) y vicia (Vicia sp.), Cutuglagua -Pichincha*. [Tesis de bachiller, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional Universidad Central del Ecuador <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2856>

- Cutti, E. (2013). *Adaptación de Cuatro Variedades de Arveja (Pisum sativum L.) con y sin Espaldera. Cuticsa (3100 msnm) Huancavelica*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2042>.
- Checa, OE., Bastidas, JE. y Narváez, OC. (2017). Evaluación agronómica y económica de arveja arbustiva (*Pisum sativum L.*) en diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 279-288. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.380>
- Escalante, RM. (2018). *Efecto del Sistema de Siembra y Abono en la Producción de Arveja (Pisum sativum L.), Grano Verde (fresca)*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional de Cajamarca] Repositorio institucional UNC <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2746>
- Flores, M. (2009). *Respuesta del cultivo de arveja (Pisum sativum) a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a tres dosis*. [Tesis de bachiller, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional Universidad Politécnica Salesiana <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4588>
- Federación Nacional de Cafeteros y Programas de Desarrollo y Diversificación, Colombia. (2001). *El cultivo de la arveja*. Ediciones Montserrat. Cundinamarca - Colombia.
- Forero, AF. y Ligarreto, GA. (2009). Evaluación de dos sistemas de tutorado para el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) en condiciones de la Sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 3(1), 81-94. <https://doi.org/10.17584/rcch.2009v3i1.1201>
- Huamanchay, W. (2013). *Cultivo de arveja*. Manual del Cultivo de Arveja [http://manualesdetodo2013.blogspot.pe/2013/10/manual-delcultivo-de-arveja\\_5305.html](http://manualesdetodo2013.blogspot.pe/2013/10/manual-delcultivo-de-arveja_5305.html)



- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2004). *Variedad de arveja "INIA 103 REMATE"*.  
<http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/669/1/Trip-Arveja-INIA103.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2009). *Siembra en líneas a cola de buey, para trigo y cebada*.  
Repositorio INIA [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/236/1/HD-1-2009-Siembra\\_en\\_linea.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/236/1/HD-1-2009-Siembra_en_linea.pdf)
- Martínez, PI. (2019). *Evaluación de las familias promisorias F7 de la cruce de arveja (Pisum sativum L.) Rondo x Remate en la Molina*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4221>
- Martinez, O., Torregroza M., Arce, J. y Abril, L. (1988). Respuesta del Maíz a las Aplicaciones de Nitrógeno en Diferentes Densidades de Poblaciones y Sistemas de Siembra. *Agronomía Colombiana* 5: 41-47.
- Merino, P. (2021). *Efecto de Dos Métodos y Tres Densidades de Siembra en el Comportamiento del Frijol, Loctao (Vigna radiata L.) \Vilcz) en Tingo Maria*. [Tesis de bachiller, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio institucional Universidad Nacional Agraria de la Selva <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/493/AGR-434.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Leguminosas de grano: semillas nutritivas para un futuro sostenible*. <http://repositorio.midagri.gob.pe:80/jspui/handle/20.500.13036/392>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2021). *Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra 2021*.  
Lima, Perú.

- Parodi, A. y Enciso, V. (2018). Rentabilidad de la producción de soja (*Glycine max* L.), en sistema de siembra al voleo y sistema de siembra directa en el Distrito de Santa Fé – Alto Paraná – Paraguay. *Custos e Agronegócio* 13(4), 172-189.
- Parra, D. (2004). *Influencia de las fases de la luna en la producción de arveja (Pisum sativum L.)*. Universidad Central del Ecuador Quito – Ecuador.
- Pinto, MB. (2010). El cultivo de la Arveja y el Clima en el Ecuador (en línea). *Estudios e Investigaciones Meteorológicas*.
- Portugal, RA. (2009). *Aplicación de Sulsimag® y Acido Húmico en suelos con Problemas de Salinidad y su Respuesta en la Productividad de Arveja Verde (Pisum sativum L.) Variedad Rondo*. [Tesis de Bachiller, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa]. 12-15.
- Prieto, G. (16 de agosto de 2012). *Pautas para el manejo del cultivo de Arveja*. TodoAgro <https://www.todoagro.com.ar/pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja/>
- Puga, J. (1992). *Manual de la arveja*. Promoción de Exportaciones Agrícolas. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403459>
- Rodríguez, G. (2015). *Evaluación de 12 Cultivares de Arveja (Pisum sativum L.) de Tipo Industrial Para Cosecha en Verde en Condiciones de Tarma*. [Tesis de Bachiller, Universidad Nacional Del Centro Del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/977>
- Rondinel, R. (2014). *Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación, Canaán a 2750 msnm – Ayacucho*. [Tesis de Bachiller, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga], Repositorio institucional <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/901>

- Sánchez, IE. (2014). *Evaluación del Rendimiento de Dos Líneas de Amaranto (Amaranthus Caudatus) Con Tres Métodos de Siembra, Bajo Manejo Orgánico*. [Tesis de Bachiller, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3493/1/13T0795%20.pdf>
- Suquillo, LV. (2019). *Identificación morfológica de los hongos causantes de pudrición radicular en arveja (Pisum sativum) en el valle de Tumbaco*. [Tesis de Bachiller, Universidad Central Del Ecuador]. Repositorio institucional Universidad Central Del Ecuador <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17767>
- Ventura, OF. (2012). *Evaluación agronómica de cultivares de arveja (Pisum sativum L.) con 2 métodos de siembra y efecto del tutorado en la localidad de Cavinchilla – Provincia Camacho*. [Tesis de Bachiller, Universidad San Andrés]. Repositorio institucional <http://hdl.handle.net/123456789/4231>
- Villareal, F. (2006). *Determinación del efecto en la productividad de cinco dosis del bioestimulante “Florone” en tres variedades de arveja aplicado en dos épocas San José – Carchi*. [Tesis de Bachiller, Universidad Central del Ecuador].

## CAPÍTULO VII

### APÉNDICE

**Tabla 19**

*Datos obtenidos de rendimiento en grano seco t ha<sup>-1</sup>.*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	0.94	1.37	1.47	1.41
B II	0.98	1.29	1.59	1.54
B III	1.05	1.37	1.57	1.38
Promedio	0.990	1.340	1.543	1.443

**Tabla 20**

*Datos obtenidos número de peso de 100 granos secos (g)*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	19	25	26	26
B II	19	26	28	27
B III	20	25	28	28
Promedio	19.3	25.3	27.3	27.0

**Tabla 21**

*Datos obtenidos número de granos por vaina.*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	4.4	5.6	6.2	6.5
B II	3.9	5.4	6.4	6.4
B III	3.8	5.5	6.2	6.1
Promedio	4.03	5.50	6.27	6.33

**Tabla 22**

*Datos obtenidos de número de vainas llenas.*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	10.10	11.96	13.52	13.34
B II	9.20	12.28	14.31	14.22
B III	9.91	15.80	15.20	15.40
Promedio	9.74	13.35	14.34	14.32

**Tabla 23***Datos obtenidos de número de vainas vanas.*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	3.8	2.5	1.7	1.7
B II	4.2	2.1	1.6	1.6
B III	3.6	2.6	1.2	1.3
Promedio	3.87	2.40	1.50	1.53

**Tabla 24***Datos obtenidos de altura de planta (m)*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	1.75	2.04	2.11	2.06
B II	1.68	1.95	1.98	1.98
B III	1.65	2.16	2.16	2.15
Promedio	1.69	2.05	2.08	2.06

**Tabla 25***Datos obtenidos de longitud de vainas*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	6.85	7.81	9.52	9.47
B II	6.90	7.90	9.10	9.10
B III	7.28	8.64	8.33	8.35
Promedio	7.01	8.12	8.98	8.97

**Tabla 26***Datos obtenidos de Materia Seca*

Bloques	Siembra al voleo	Siembra a chorro continuo	Línea continua (20 cm entre golpes)	Línea continua (30 cm entre golpes)
B I	68.31	70.81	71.89	72.60
B II	69.80	71.12	72.89	73.12
B III	68.24	70.82	74.56	73.32
Promedio	68.78	70.92	73.11	73.01

## ANEXOS

**Figura 10**

*Resultados del análisis de suelos del campo experimental*



PERÚ  
Ministerio de Agricultura y Riego



inia  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

NOMBRE : **MARCOS ARCE VALDEZ**

PROCEDENCIA: **LA VICTORIA - CAJAMARCA** Fecha: **31/01/2019**

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	Al (mg/100g)	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
	SU0032-EEBI-19	7.63	325	6.9	2.88	--	38	14	48	Ar

**INTERPRETACIÓN**

Fósforo (P) : MEDIO  
 Potasio (K) : MEDIO  
 pH (reacción) : NEUTRO  
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO  
 Clase textural : ARCILLOSO

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**  
**Cultivo a Sembrar: ARVEJA**

NUTRIENTES	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha
Cantidad	55	100	40	--								

Recomendaciones y Observaciones Especiales: **APLICAR 3.00 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO**



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
Estación Experimental Baños del Inca

*[Signature]*  
**Jefe Laboratorio de Suelos**

*Nota. Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos INIA- CAJAMARCA, 2019*

## Figura 11

### Obtención de muestras para análisis de suelo



*Nota. Con la ayuda de una pala se limpia la primera capa del suelo luego se obtiene la muestra de suelo hasta una profundidad de 25cm.*

## Figura 12

### Preparación del terreno



*Nota. A. primera arada (Barbecho), B. Segunda arada (Cruza).*



### Figura 13

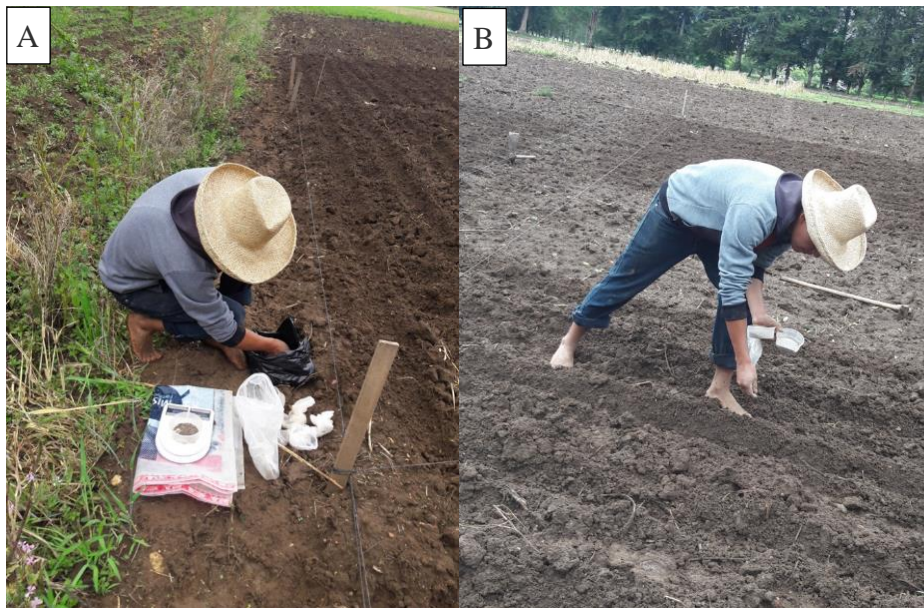
*Trazo de líneas para la siembra*



*Nota. (A) Trazado de líneas y (B) Trazado de líneas a 0.60 m de distancia.*

### Figura 14

*Fertilización del campo experimental*



*Nota. (A) Preparación de las dosis de fertilizantes, (B) fertilización de fondo.*



## Figura 15

### Siembra del cultivo



Nota. (A) Siembra entre golpes, (B) Siembra al voleo.

## Figura 16

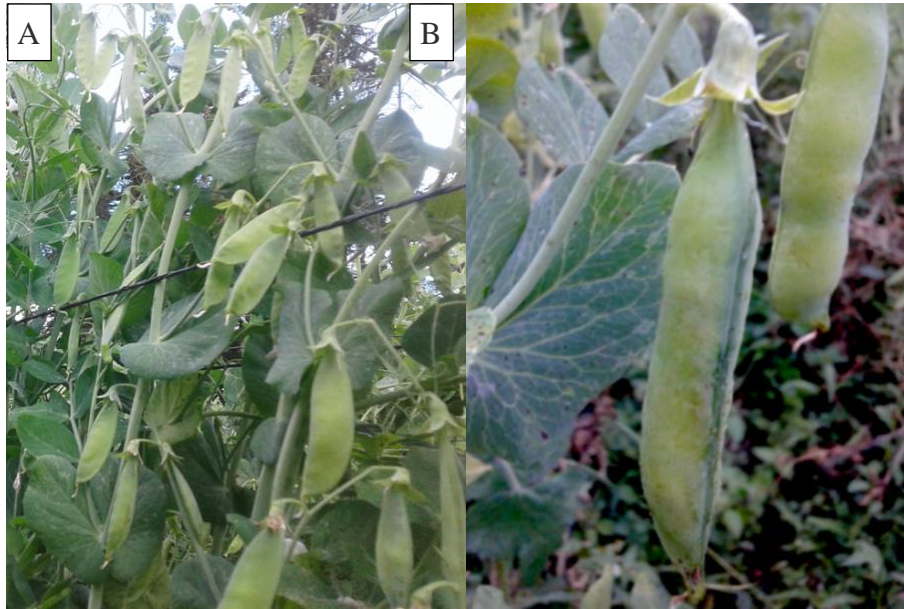
### Manejo agronómico del cultivo



Nota. A. Primer nudo visible, B. Manejo del cultivo sembrado en líneas con tutorado.

## Figura 17

### *Formación y llenado de vainas*



*Nota. (A) Formación de vaina y (B) Llenado de vaina.*

## Figura 18

### *Grano seco de arveja cultivar azul*



*Nota. (A) Grano seco de arveja y (B) Peso de 100 granos.*